

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-092858

(43)Date of publication of application : 31.03.2000

(51)Int.Cl.

H02M 7/48

H02M 1/00

(21)Application number : 10-262573

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 17.09.1998

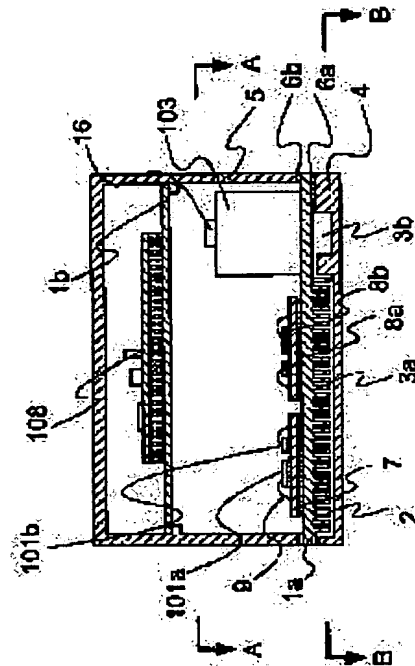
(72)Inventor : SUZUKI ATSUSHI
SASAKI KANAME
KUWABARA HEIKICHI
YASUKAWA AKIO
YAMAMURA HIROHISA

(54) POWER CONVERTING APPARATUS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a power converting apparatus which is designed in compact as a whole by improving the cooling performance of heat generating electronic parts including a semiconductor device for power conversion.

SOLUTION: A power converting apparatus including a semiconductor device for power conversion couples a plurality of semiconductor device groups 101a and 101b for power conversion to a cooling plate 1a via an insulated substrate 7, and mounts heat generating electrical parts other than the semiconductor device for power conversion to thermally connect these elements to the cooling plate 1a. Moreover, this power converting apparatus is provided with a path structure plate 4 arranged opposed to the cooling plate 1a. The space between the cooling plate and path structure plate forms a fluid path for cooling in which a cooling fluid flows.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 01.02.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than withdrawal the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application] 28.06.2002

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Searching PAJ

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

SPT0)

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] It is the power converter characterized by having the cooling plate joined through an insulating substrate in two or more semiconductor device groups for power conversion in a power converter equipped with the semiconductor device for power conversion, and a febrile electrical part, and equipping a febrile electrical part with the structure directly mounted on this cooling plate.

[Claim 2] It is the power converter according to claim 1 which is equipped with the passage configuration plate which counters with a cooling plate and is arranged, and is characterized by the space between a cooling plate and a passage configuration plate forming the fluid channel for cooling to which the fluid for cooling flows.

[Claim 3] The power converter according to claim 2 characterized by having the fin for cooling formed in the rear face of a cooling plate in which the semiconductor device group for power conversion is carried, and this fin for cooling constituting a part of fluid channel for cooling.

[Claim 4] The power converter according to claim 2 characterized by having the heat-conduction member connected thermally to the cooling plate with which the semiconductor device group for power conversion is carried, and having the structure where febrile electrical parts other than said semiconductor device for power conversion are mounted on this heat-conduction member.

[Claim 5] The power converter according to claim 2 characterized by the fluid channel for cooling consisting of space constituted directly under the cooling plate side in which the semiconductor device group for power conversion is carried, space constituted directly under other febrile electrical parts, and space where said two space joins and branches.

[Claim 6] The power converter according to claim 2 which a febrile electrical part is a capacitor and is characterized by for this capacitor adjoining the semiconductor device group for power conversion, and arranging it.

[Claim 7] The power converter according to claim 2 which a febrile electrical part is a microcomputer control circuit, and is characterized by for this microcomputer control circuit adjoining the semiconductor device group for power conversion, and arranging it.

[Translation done.]

THIS PAGE BLANK (1

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention is suitable for the hybrid car equipped with two or more components, such as an electric vehicle, and an engine, a dynamo-electric machine, so that especially small lightweight-ization may be required about the power converter which outputs the three-phase-circuit alternating current for controlling a motor.

[0002]

[Description of the Prior Art] As a power converter in the conventional electric vehicle and a hybrid car, as for the substrate for heat dissipation, what attaches the substrate for passage formation of another object, and forms a coolant path between said substrate for heat dissipation and said substrate for passage formation is well-known to the substrate for heat dissipation in which the semiconductor chip was carried through the insulating substrate as indicated by JP,9-307040,A, for example.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] According to this power converter, it did not succeed in the consideration on mounting of the whole power converter including a cooling system. When especially electrical parts other than a semiconductor chip were cooled in the coolant, since it was necessary to prepare the substrate equipped with the coolant path of another object, with the substrate in which a semiconductor chip is carried, there was a problem that a pump became large for increase of pressure loss in - pan, with which piping of the coolant etc. becomes complicated. The purpose of this invention is by raising the cooling engine performance of the febrile electrical part containing the semiconductor device for power conversion to obtain the power converter which can use the whole as a compact.

[0004]

[Means for Solving the Problem] In a power converter equipped with the semiconductor device for power conversion, and a febrile electrical part, the above-mentioned purpose joins two or more semiconductor device groups for power conversion to a cooling plate through an insulating substrate, and is attained by mounting so that febrile electrical parts other than said semiconductor device may be thermally connected on said cooling plate.

[0005] The above-mentioned purpose joins two or more semiconductor device groups for power conversion to a cooling plate through an insulating substrate, it mounts them in a power converter equipped with the semiconductor device for power conversion, and a febrile electrical part so that febrile electrical parts other than said semiconductor device may be thermally connected on said cooling plate, and it is attained by having the plate for a passage configuration which can constitute the space which can pour the fluid for cooling from counteracting with a cooling plate and piling up.

[0006] In the power converter with which the above-mentioned purpose is equipped with the semiconductor device for power conversion, and a febrile electrical part Two or more semiconductor device groups for power conversion are joined to a cooling plate through an insulating substrate. It mounts so that febrile electrical parts other than said semiconductor device may be thermally connected on said cooling plate. It has the plate for a passage configuration which can constitute the space which can pour the fluid for cooling from counteracting with a cooling plate and piling up. The fin for cooling is formed in the rear face of the cooling plate side where the semiconductor device group for power conversion is arranged, and it

is attained when said fin constitutes a part of space which can pour the fluid for cooling.

[0007] In the power converter with which the above-mentioned purpose is equipped with the semiconductor device for power conversion, and a febrile electrical part Two or more semiconductor device groups for power conversion are joined to a cooling plate through an insulating substrate. It mounts so that febrile electrical parts other than said semiconductor device may be thermally connected on said cooling plate. As opposed to the cooling plate side where it has the plate for a passage configuration which can constitute the space which can pour the fluid for cooling from countering with a cooling plate and piling up, and the semiconductor device group for power conversion is arranged A heat-conduction member is connected thermally and it is attained by mounting febrile electrical parts other than said semiconductor device on said heat-conduction member.

[0008] In the power converter with which the above-mentioned purpose is equipped with the semiconductor device for power conversion, and a febrile electrical part Two or more semiconductor device groups for power conversion are joined to a cooling plate through an insulating substrate. It mounts so that febrile electrical parts other than said semiconductor device may be thermally connected on said cooling plate. The space constituted directly under the cooling plate side where it has the plate for a passage configuration which can constitute the space which can pour the fluid for cooling from countering with a cooling plate and piling up, and the semiconductor device group for power conversion is arranged, It is attained by passage for the fluid for cooling flowing consisting of space constituted directly under other febrile electrical parts, and space where said two space joins and branches.

[0009] In the power converter with which the above-mentioned purpose is equipped with the semiconductor device for power conversion, and a febrile electrical part Two or more semiconductor device groups for power conversion are joined to a cooling plate through an insulating substrate. It mounts so that febrile electrical parts other than said semiconductor device may be thermally connected on said cooling plate. It has the plate for a passage configuration which can constitute the space which can pour the fluid for cooling from countering with a cooling plate and piling up. Other febrile electrical parts are filter capacitors, and it is attained by said capacitor's adjoining the semiconductor device group for power conversion, and arranging it. Moreover, a febrile electrical part may be a circuit for microcomputer control.

[0010]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained based on drawing 1 - drawing 9 . First, the power converter of this invention is explained using drawing 9 . Drawing 9 shows the drive structure of a system of an electric vehicle with the circuit diagram centering on a power converter. The power converter of this example changes a direct current from a dc-battery 102 into the alternating current of an adjustable electrical-potential-difference variable frequency through an inverter circuit, and controls three-phase-circuit AC motor 105. The filter capacitor 103 for removing the ripple component of a direct current from a dc-battery 102 is connected to the direct-current side of an inverter circuit.

[0011] Moreover, the main circuit of an inverter circuit is constituted by power semiconductor devices called IGBT, such as solid-state-switching component 101a and reverse juxtaposition diode 101b. An inverter circuit outputs the three-phase-circuit alternating current of an adjustable electrical-potential-difference variable frequency by which the PWM modulation was carried out by outputting the pulse which has three level, forward, negative, and neutral, for the inputted direct current. By inputting the alternating current of an adjustable electrical-potential-difference variable frequency, the rotation is controlled and an automobile acts as the power running of the motor 105. Moreover, contrary to the time of the above-mentioned power running, energy flows to a dc-battery 102 at the time of the regeneration to which a motor 105 operates as a generator.

[0012] The microcomputer control circuit 108 detects the output torque and rotational speed of a motor 105 using a current sensor 104 and an encoder 17, and carries out PWM control of the electric supply to a motor 105 by calculating these and controlling the gate circuit 107 of IGBT101aU+ - 101aW-. In addition, he is trying for the sound of an inverter of operation not to turn into noise by setting a carrier frequency to about 10kHz in PWM control.

[0013] In the power converter explained above, a main febrile electrical part is the semiconductor device 101 for power conversion. On the other hand, for example as compared

with the elements in which own heat dissipation capacity mentioned the capacitor 103 above, even if it measures with it of the semiconductor device for power conversion the amount of heat loss generated in case a ripple component is removed since it is very small, in spite of about 10%, its occupied volume in a power converter is large, and it has been the failure of a miniaturization of equipment at the maximum. The power converter by this operation gestalt explained below can accept these requests.

[0014] Next, the first operation gestalt of the power converter of this invention is explained using drawing 1 thru/or drawing 4. Drawing 4 which is an A-A sectional view [in / drawing 1 , and / in drawing 2 / drawing 1] and a B-B sectional view [in / in drawing 3 / drawing 1] is a C-C sectional view in drawing 3. [the sectional view of the lengthwise direction of the main parts of the power converter of this invention] In addition, in these drawings, the busbar which mainly connects a semiconductor device group with the input/output terminal of inverter equipment or a capacitor is omitted.

[0015] In this operation gestalt, semiconductor device 101a for power conversion and reverse juxtaposition diode 101b are joined with Solder 8a and 8b on cooling plate 1a through the insulating substrate 7 in which the component for one arm in an inverter circuit is carried. As shown in drawing 2, the semiconductor device group for one arm forms the circuit of the plane 1 for a three phase circuit by 1 set of upper and lower sides, and this is mounted on three-phase-circuit part cooling plate 1a. A cooling fin 2 is formed in the field [directly under] of cooling plate 1a to which these semiconductor device group is joined, and space 3a to which the coolant flows is formed in it by combining with the passage plate 4 further.

[0016] On the other hand, while a capacitor 103 adjoins the semiconductor device group mentioned above, plurality is arranged on cooling plate 1a together with one train. Directly under cooling plate 1a, space 3b to which the coolant flows too is formed of combination with the passage formation plate 4.

[0017] In this example, the microcomputer control circuit 108 is mounted on cooling plate 1b, and is arranged in the upper part to the component side of the semiconductor device group 101 for power conversion, or a capacitor 103 in the form where plate 1b is supported by the case covering 5. In order to prevent leakage of the coolant, and penetration of the moisture from a perimeter environment between case covering and cooling plate 1a and between cooling plate 1a and the passage formation plate 4, Gaskets 6a and 6b are inserted. In addition, generally in consideration of actuation in a cold district, the long life coolant (LLC) by which various kinds of rust-proofers were added by the ethylene glycol water solution is used for the liquid used for cooling.

[0018] Cooling of the semiconductor device for the introduction power conversion is explained. The semiconductor device 101 for power conversion is joined by solder to cooling plate 1a through the insulating substrate 7. solder -- the heat conductivity -- dozens -- the heat conductivity of a member called heat-conduction grease and the heat-conduction sheet which are used for cooling of the conventional solid-state-switching module to being the order of $W/(m-K)$ -- at most -- several -- it is the order of $W/(m-K)$, and refrigeration capacity can be sharply improved by adopting this structure.

[0019] Passage 3a is formed because cooling plate 1a combines with the concave heights of a passage formation plate. Refrigeration capacity is raised by increasing a heating area by furthermore forming a cooling fin 2 in cooling plate 1a, and raising the rate of flow. About the passage dimension which includes a fin here, it can optimize so that refrigeration capacity may be most carried out also to that of a limit of the flow rate set up beforehand and pressure loss greatly.

[0020] For example, although the amounts of cooling liquid flows are 15 - 20L / per minute and it is necessary to make pressure loss of the cooling passage within inverter equipment into 10 or less kPas extent to the inverter equipment which drives the motor whose rated output is about 45kW On the other hand, as for a passage dimension, it is desirable to make it passage height become [fin thickness] for the gap between 1.5-2mm and a fin to be [4-8mm and fin thickness] 1.5-2mm, and equal to the gap between fins. In addition, in rationalization of these dimensions, not only the cooling engine performance but the manufacture limitation and weight on a process are taken into consideration.

[0021] Next, cooling of a capacitor is explained. The electrode terminal 16 of a capacitor 103 and the base which counters are mounted on the same field as the field where the semiconductor

device 101 for power conversion which cooling plate 1a mentioned above is mounted. As for the base of a capacitor 103, from a viewpoint of cooling, being joined using solder etc. is desirable. [0022] However, when it gives priority to assembly nature, the handling at the time of repair, etc., the approach of inserting heat-conduction members, such as for example, a heat-conductivity sheet, between the inferior surface of tongue of a capacitor 103 and cooling plate 1a, and applying and sticking the force in the upper part of a capacitor may be used. As for directly under [of the clamp face of a capacitor], cooling passage 3b is formed of combination with the concave heights of the passage formation plate 4.

[0023] In this example, although the cooling fin is not prepared in the interior of cooling passage 3b, the calorific value and the exoergic consistency of a capacitor 103 compare it of the semiconductor device group 101 for power conversion, and this is because it is small. However, since an exoergic consistency increases in miniaturizing further and mounting a capacitor, the cooling fin same in this case as the case of the semiconductor device for power conversion may be prepared.

[0024] Next, the flow pattern of the coolant in a power converter is explained. The coolant which flows into a power converter flows into header 12a through coolant pipe 13a, and is distributed to juxtaposition from here in Passage 3a and 3b. The coolant which flowed into Passage 3a and 3b joins again by header 12b, and flows out of equipment through coolant pipe 13b.

[0025] Thus, the flow rate and the rate of flow by which to have formed parallel cooling passage to two febrile electrical-part groups is needed for cooling of a capacitor for the calorific value and the exoergic consistency of a capacitor to the flow rate and the rate of flow needed for cooling of a semiconductor device group since it is small as compared with it of the semiconductor device group for power conversion are because it is sufficiently small. In addition, when passage has been temporarily arranged to the serial, since the whole passage die length turns large up, the passage cross section directly under a capacitor is small and the rate of flow increases, there is a problem that pressure loss becomes very large.

[0026] Thus, when forming two or more passage in juxtaposition, it is important to adjust the flow rate balance which flows to two passage so that each electronic parts may satisfy predetermined refrigeration capacity. In this example, the above-mentioned flow control is easily enabled by adjusting the width and die length of height 4a of the passage formation plate 4.

[0027] Next, the ingredient configuration of a power converter is explained. First, since cooling plate 1a needs the highest refrigeration capacity, copper with the high heat conductivity, aluminum, or its composite material of these ingredients and SiC(s) is desirable. On the other hand, the passage formation plate 4 has structure which does not contribute to cooling of an electrical part. Therefore, it is desirable to lightweight-ize using aluminum or the ingredient of a resin system with a still smaller consistency.

[0028] moreover, the electromagnetism generated from a power converter about case covering - it be desirable to come out of aluminum etc. comparatively also in a metal, and to constitute from to avoid to emit a noise out of a case, to promote this refrigeration capacity, although it carry out endoergic [of the generation of heat from the microcomputer control circuit 108] to the coolant through cooling plate 1b, and three viewpoints of the formation of equipment lightweight with a light ingredient. a gasket 6 -- electromagnetism -- it is using the so-called metallic gasket from a viewpoint of avoiding emitting a noise out of a case, and it is desirable that the case covering 5, the cooling plates 1a and 1b, and a passage formation plate have flowed electrically.

[0029] As mentioned above, while raising the refrigeration capacity of the semiconductor device group for power conversion which is a main exoergic component according to the first operation gestalt of the cooling structure of the power converter of this invention, cooling of a capacitor or other febrile electrical parts called a microcomputer control circuit can also be raised. Moreover, lightweight-ization of equipment is attained with dividing the configuration member of cooling passage into the member which is not used as the member which contributes to cooling, and constituting it. the structure of making it flowing through the whole equipment electrically through a metallic gasket furthermore -- electromagnetism -- it can prevent emitting a noise out of a case.

[0030] Next, the second operation gestalt of the power converter of this invention is explained using drawing 5. Drawing 5 is drawing of longitudinal section including coolant piping of a power converter. That this example differs from the first example is a point which supplies the coolant

to cooling passage 3b which forms the distribution pipe 14 in the flank of the coolant pipe 13, and is formed directly under a capacitor through a hose 15 to the first example having distributed the coolant to the cooling passage 3a and 3b through a header 12. By considering as such a configuration, it becomes possible to constitute a header tooth space smaller, and can contribute to much more miniaturization of the whole equipment.

[0031] Next, the third operation gestalt of the power converter of this invention is explained using drawing 6. Drawing 6 is drawing of longitudinal section of a power converter. This example's differing from the first example is that a part of cooling plate 1a was perpendicularly formed to the component side of the semiconductor device group for power conversion, and it has arranged the capacitor 103 on the vertical plane.

[0032] In this case, since the electrode terminal of a capacitor can be brought close to the semiconductor device group for power conversion and the wire length of busbar (not shown) becomes short, a circuit inductance can be reduced and the controllability of a power converter can be improved. Moreover, generally copper is used in many cases and the component of busbar also has an advantage of lightweight-izing.

[0033] Next, the fourth operation gestalt of the power converter of this invention is explained using drawing 7. Drawing 7 is drawing of longitudinal section of a power converter. This example has arranged the electrode terminal 16 of a direct capacitor near the component side of the semiconductor device group for power conversion for the purpose of the same effectiveness as the third example, and connected wiring (not shown). The heat generated from the capacitor 103 in this case moves onto cooling plate 1a through an electrode terminal 16, and endoergic is carried out to the coolant through a cooling fin 2.

[0034] Next, the fifth operation gestalt of the power converter of this invention is explained using drawing 8. Drawing 8 is drawing of longitudinal section of a power converter. That this example differs from the first example is the point of having also mounted the microcomputer control circuit 108 on cooling plate 1a. In this case, since cooling plate 1b used in the first example is omissible, effectiveness is in reduction of components mark and weight.

[0035]

[Effect of the Invention] While raising the refrigeration capacity of the semiconductor device group for power conversion which is a main exoergic component according to the power converter of this invention, cooling of a capacitor or other febrile electrical parts called a microcomputer control circuit can also be raised. Moreover, lightweight-ization of equipment is attained with dividing the configuration member of cooling passage into the member which is not used as the member which contributes to cooling, and constituting it. the structure of making it flowing through the whole equipment electrically through a metallic gasket furthermore -- electromagnetism -- it can prevent emitting a noise out of a case.

[Translation done.]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] Drawing of longitudinal section of the power converter in the first operation gestalt of this invention.

[Drawing 2] The A-A sectional view in drawing 1 .

[Drawing 3] The B-B sectional view in drawing 1 .

[Drawing 4] The C-C sectional view in drawing 3 .

[Drawing 5] Drawing of longitudinal section including coolant piping of the power converter in the second operation gestalt of this invention.

[Drawing 6] Drawing of longitudinal section of the power converter in the third operation gestalt of this invention.

[Drawing 7] Drawing of longitudinal section of the power converter in the fourth operation gestalt of this invention.

[Drawing 8] Drawing of longitudinal section of the power converter in the fifth operation gestalt of this invention.

[Drawing 9] The circuit diagram of the power converter of this invention.

[Description of Notations]

- 1 Cooling Plate
- 2 Cooling Fin
- 3 Cooling Passage
- 4 Passage Configuration Plate
- 5 Case Covering
- 6 Gasket
- 7 Insulating Substrate
- 8 Solder
- 9 Wire
- 10 Busbar
- 11 Circuit Pattern
- 12 Header
- 13 Coolant Pipe
- 14 Coolant Distribution Pipe
- 15 Hose
- 16 Electrode Terminal
- 101a The semiconductor device for power conversion
- 101b Reverse juxtaposition diode
- 102 Dc-battery
- 103 Capacitor
- 104 Current Sensor
- 105 Motor
- 106 Encoder
- 107 Gate Circuit
- 108 Microcomputer Control Circuit

THIS PAGE BLANK (USPTO)

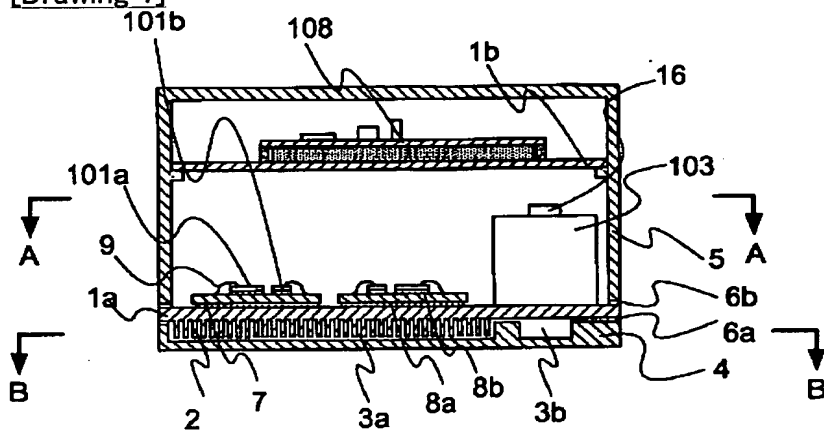
* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

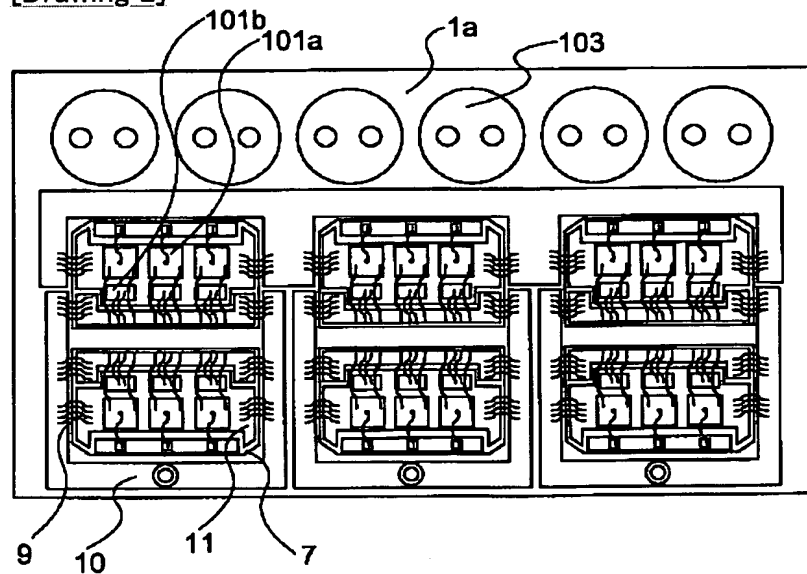
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

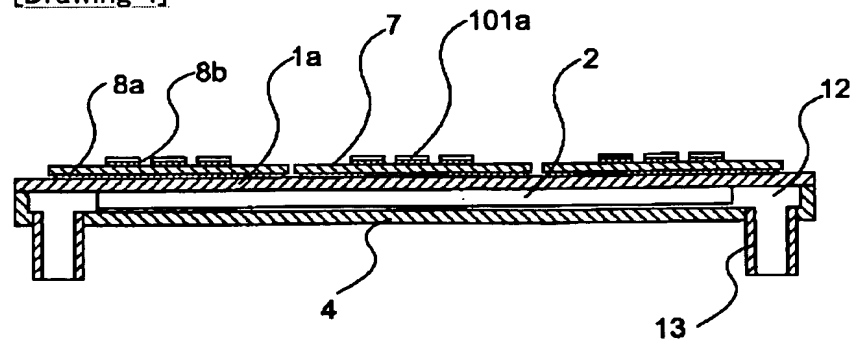
[Drawing 1]



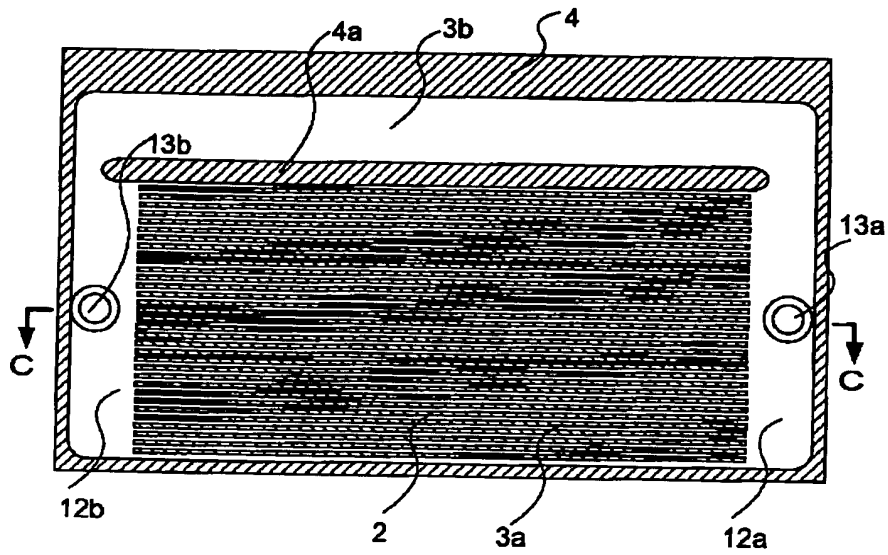
[Drawing 2]



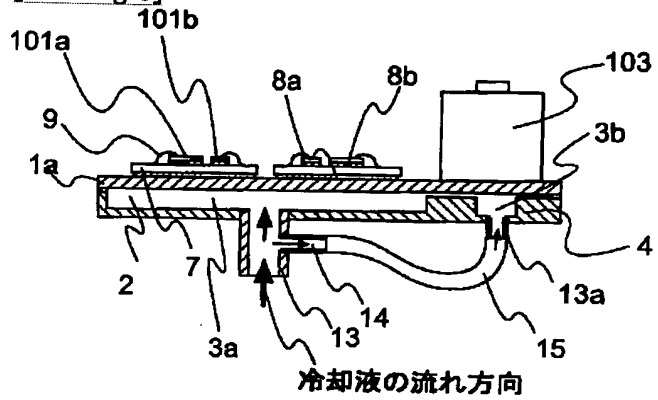
[Drawing 4]



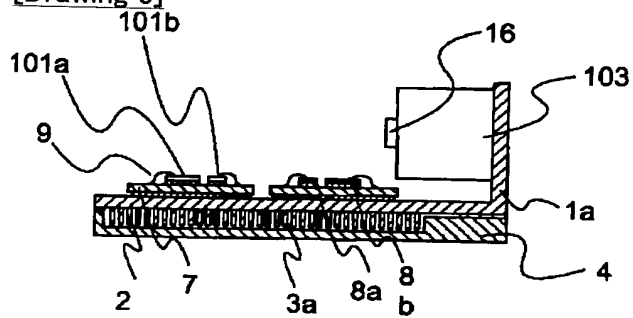
[Drawing 3]



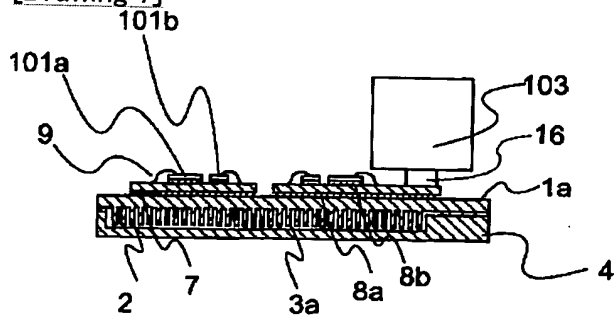
[Drawing 5]



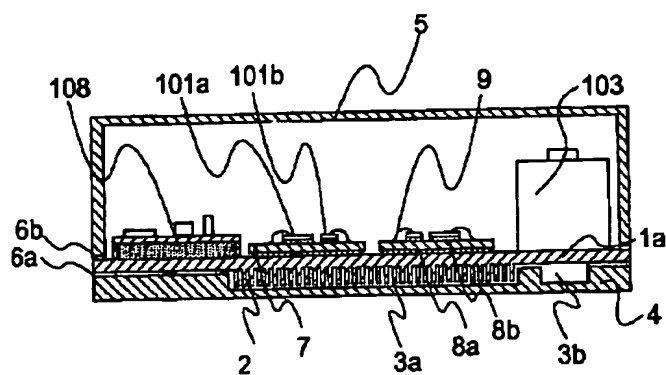
[Drawing 6]



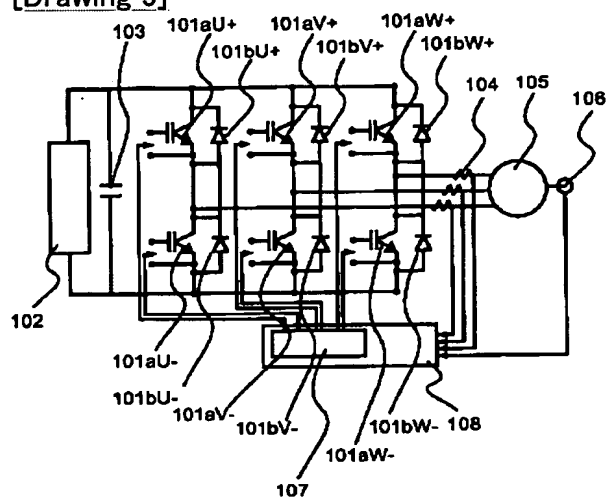
[Drawing 7]



[Drawing 8]



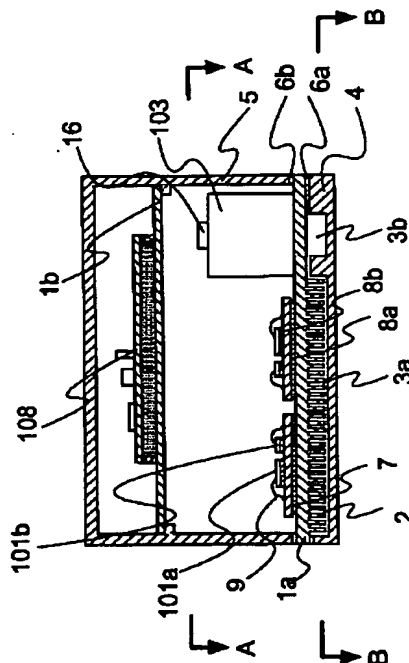
[Drawing 9]



[Translation done.]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(11)特許出願公開番号
特開2000-92858
(P2000-92858A)



【特許請求の範囲】

【請求項1】 電力変換用半導体素子及び発熱性の電気部品を備える電力変換装置において、複数の電力変換用半導体素子群を絶縁基板を介して接合される冷却プレートに備え、発熱性の電気部品は該冷却プレート上に直接に実装される構造を備えることを特徴とする電力変換装置。

【請求項2】 冷却プレートと対向して配設される流路構成プレートを備え、冷却プレートと流路構成プレートとの間の空間は冷却用流体が流れる冷却用流体通路を形成することを特徴とする請求項1記載の電力変換装置。

【請求項3】 電力変換用半導体素子群が搭載される冷却プレートの裏面に形成される冷却用フィンに備え、該冷却用フィンが冷却用流体通路の一部を構成することを特徴とする請求項2記載の電力変換装置。

【請求項4】 電力変換用半導体素子群が搭載される冷却プレートに対して、熱的に接続される熱伝導部材を備え、該熱伝導部材上に前記電力変換用半導体素子以外の発熱性の電気部品が実装される構造を備えることを特徴とする請求項2記載の電力変換装置。

【請求項5】 電力変換用半導体素子群が搭載される冷却プレート面の直下に構成される空間と、他の発熱性の電気部品の直下に構成される空間と、前記2つの空間が合流・分岐する空間とで冷却用流体通路が構成されることを特徴とする請求項2記載の電力変換装置。

【請求項6】 発熱性の電気部品がコンデンサであり、該コンデンサが電力変換用半導体素子群に隣接して配置されることを特徴とする請求項2記載の電力変換装置。

【請求項7】 発熱性の電気部品がマイコン制御回路であり、該マイコン制御回路が電力変換用半導体素子群に隣接して配置されることを特徴とする請求項2記載の電力変換装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電動機を制御するための3相交流を出力する電力変換器に関するものであり、特に小型軽量化が要求されるような、例えば電気自動車や、エンジン、回転電機等の複数のコンポーネントを備えるハイブリッド車に適するものである。

【0002】

【従来の技術】従来の電気自動車、ハイブリッド車における電力変換装置としては、例えば特開平9-307040号公報に記載されているように、絶縁基板を介して半導体チップを搭載した放熱用基板に、その放熱用基板とは別体の流路形成用基板を取り付け、前記放熱用基板と前記流路形成用基板との間に冷却液通路を形成するものが公知である。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】かかる電力変換装置によれば、冷却系を含む電力変換装置全体の実装上の配慮

が為されていなかった。特に半導体チップ以外の電気部品を冷却液にて冷却する場合に、半導体チップが搭載される基板とは別体の冷却液通路を備えた基板を用意する必要があるため、冷却液の配管等が複雑になる・さらには圧力損失の増大のためポンプが大きくなるという問題があった。本発明の目的は、電力変換用半導体素子を含む発熱性の電気部品の冷却性能を向上させることにより、全体をコンパクトにすることができる電力変換装置を得ることにある。

【0004】

【課題を解決するための手段】上記目的は、電力変換用半導体素子及び発熱性の電気部品を備える電力変換装置において、複数の電力変換用半導体素子群を絶縁基板を介して冷却プレートに接合し、前記半導体素子以外の発熱性の電気部品を前記冷却プレート上に熱的に接続されるように実装することにより達成される。

【0005】上記目的は、電力変換用半導体素子及び発熱性の電気部品を備える電力変換装置において、複数の電力変換用半導体素子群を絶縁基板を介して冷却プレートに接合し、前記半導体素子以外の発熱性の電気部品を前記冷却プレート上に熱的に接続されるように実装し、冷却プレートと対向して重ね合わせることで冷却用の流体を流すことができる空間を構成することができる流路構成用プレートを有することにより達成される。

【0006】上記目的は、電力変換用半導体素子及び発熱性の電気部品を備える電力変換装置において、複数の電力変換用半導体素子群を絶縁基板を介して冷却プレートに接合し、前記半導体素子以外の発熱性の電気部品を前記冷却プレート上に熱的に接続されるように実装し、冷却プレートと対向して重ね合わせることで冷却用の流体を流すことができる空間を構成することができる流路構成用プレートを有し、電力変換用半導体素子群が配置される冷却プレート面の裏面に冷却用フィンを形成し、前記フィンが冷却用の流体を流すことができる空間の一部を構成することにより達成される。

【0007】上記目的は、電力変換用半導体素子及び発熱性の電気部品を備える電力変換装置において、複数の電力変換用半導体素子群を絶縁基板を介して冷却プレートに接合し、前記半導体素子以外の発熱性の電気部品を前記冷却プレート上に熱的に接続されるように実装し、冷却プレートと対向して重ね合わせることで冷却用の流体を流すことができる空間を構成することができる流路構成用プレートを有し、電力変換用半導体素子群が配置される冷却プレート面に対して、熱伝導部材を熱的に接続し、前記熱伝導部材上に前記半導体素子以外の発熱性の電気部品を実装することにより達成される。

【0008】上記目的は、電力変換用半導体素子及び発熱性の電気部品を備える電力変換装置において、複数の電力変換用半導体素子群を絶縁基板を介して冷却プレートに接合し、前記半導体素子以外の発熱性の電気部品を

前記冷却プレート上に熱的に接続されるように実装し、冷却プレートと対向して重ね合わせることで冷却用の流体を流すことができる空間を構成することができる流路構成用プレートを有し、電力変換用半導体素子群が配置される冷却プレート面の直下に構成される空間と、他の発熱性の電気部品の直下に構成される空間と、前記2つの空間が合流・分岐する空間とで冷却用の流体が流れるための流路が構成されることにより達成される。

【0009】上記目的は、電力変換用半導体素子及び発熱性の電気部品を備える電力変換装置において、複数の電力変換用半導体素子群を絶縁基板を介して冷却プレートに接合し、前記半導体素子以外の発熱性の電気部品を前記冷却プレート上に熱的に接続されるように実装し、冷却プレートと対向して重ね合わせることで冷却用の流体を流すことができる空間を構成することができる流路構成用プレートを有し、他の発熱性の電気部品がフィルタコンデンサであり、前記コンデンサが電力変換用半導体素子群に隣接して配置されることにより達成される。また、発熱性の電気部品はマイコン制御用回路であってもよい。

【0010】

【発明の実施の形態】以下、図1～図9に基づいて、本発明の実施の形態を説明する。まず、図9を用いて、本発明の電力変換装置を説明する。図9は、電気自動車の駆動システムの構成を、電力変換装置を中心とした回路図で示す。本実施例の電力変換装置は、バッテリー102からの直流電流をインバータ回路を介して可変電圧可変周波数の交流電流に変換して3相交流電動機105を制御するものである。インバータ回路の直流側には、バッテリー102からの直流電流のリップル成分を除去するためのフィルタコンデンサ103が接続される。

【0011】また、インバータ回路の主回路は、例えばIGBTといった半導体スイッチング素子101aや逆並列ダイオード101b等の電力用半導体素子により構成されている。インバータ回路は、入力された直流を正・負・中性の3つのレベルを有するパルスを出力することによりPWM変調された可変電圧可変周波数の3相交流を出力する。電動機105は、可変電圧可変周波数の交流を入力することによってその回転が制御され、自動車が行く。また、電動機105が発電機として動作する回生時は、上記力行時とは反対にエネルギーがバッテリー102に流れる。

【0012】マイコン制御回路108は、電動機105の出力トルクと回転速度を電流センサ104とエンコーダ17を用いて検出し、これらを演算してIGBT101aU～101aWのゲート回路107を制御することにより電動機105への給電をPWM制御する。なお、PWM制御においては、キャリア周波数を10kHz程度とすることで、インバータの動作音が騒音とならないようにしている。

【0013】以上説明した電力変換装置において、主たる発熱性の電気部品は電力変換用半導体素子101である。これに対し、例えばコンデンサ103は自身の放熱能力が前述した素子群と比較して極めて小さいために、リップル成分を除去する際に発生する熱損失量は、電力変換用半導体素子のそれと比較しても最大で10%程度にも関わらず、電力変換装置における占有体積が大きく、装置の小型化の障害となってきた。以下に説明する本実施形態による電力変換装置は、これらの要請に応じ得るものである。

【0014】次に、図1乃至図4を用いて、本発明の電力変換装置の第一実施形態を説明する。図1は本発明の電力変換装置の主要部品の縦方向の断面図、図2は図1におけるA-A断面図、図3は図1におけるB-B断面図である図4は、図3におけるC-C断面図である。なお、これらの図において、主にインバータ装置の入出力端子やコンデンサと半導体素子群を接続するブスバーは省略されている。

【0015】本実施形態において、電力変換用半導体素子101aと逆並列ダイオード101bは、インバータ回路における1アーム分の素子を搭載する絶縁基板7を介して冷却プレート1a上に半田8a、8bにより接合されている。図2に示すように、1アーム分の半導体素子群が上下1組で3相分の1相の回路を形成し、これが3相分冷却プレート1a上に実装される。これら半導体素子群が接合されている冷却プレート1aの直下の領域には、冷却フィン2が設けられ、さらに流路プレート4と組み合わせることで、冷却液が流れる空間3aを形成する。

【0016】一方、コンデンサ103は、前述した半導体素子群に隣接しながら複数個が1列に並んで冷却プレート1a上に配置される。冷却プレート1aの直下には、流路形成プレート4との組み合わせにより、やはり冷却液が流れる空間3bが形成される。

【0017】本実施例において、マイコン制御回路108は冷却プレート1b上に実装され、プレート1bが筐体カバー5に支持される形で電力変換用半導体素子群101やコンデンサ103の実装面に対し上部に配置される。筐体カバーと冷却プレート1aとの間、また冷却プレート1aと流路形成プレート4との間には冷却液の漏洩や、周囲環境からの水分の進入を防ぐためにガスケット6a、6bが挿入される。なお、冷却に使用する液体は、寒冷地での動作を考慮して、エチレングリコール水溶液に各種の防錆剤が添加されたロング・ライフ・クーラント(LLC)を一般的に使用する。

【0018】始めに電力変換用半導体素子の冷却について説明する。電力変換用半導体素子101は絶縁基板7を介して冷却プレート1aに半田接合されている。半田は熱伝導率が数十W/(m・K)のオーダーであるのに対し、従来の半導体スイッチングモジュールの冷却に使

用される熱伝導グリースや熱伝導シートといった部材の熱伝導率はたかだか数 $W/(m \cdot K)$ のオーダーであり、本構造を採用することで大幅に冷却能力を向上できる。

【0019】冷却プレート1aは流路形成プレートの凹凸部と組み合わせることで流路3aが形成される。さらに冷却プレート1aに冷却フィン2を設けることで伝熱面積を増やし、かつ流速を上げることで冷却能力を向上させている。ここでフィンを含めた流路寸法については、あらかじめ設定された流量と圧力損失の制限のもと、最も冷却能力を大きくするように最適化することができる。

【0020】例えば定格出力が45kW程度の電動機を駆動するインバータ装置に対しては、冷却液流量が15~20L/毎分で、かつインバータ装置内での冷却流路の圧力損失を10kPa以下程度にする必要があるが、これに対して流路寸法は、流路高さが4~8mm、フィン厚さが1.5~2mm、フィン間のギャップが1.5~2mmで、かつフィン厚さがフィン間ギャップと等しくなるようにすることが好ましい。なお、これらの寸法の適正化にあたっては、冷却性能のみならず、製法上の製作限界や重量を勘案したものである。

【0021】次にコンデンサの冷却について説明する。コンデンサ103の電極端子16と対向する底面は、冷却プレート1aの前述した電力変換用半導体素子101が実装されている面と同一面上に実装される。冷却の観点からはコンデンサ103の底面は、半田等を用いて接合されることが好ましい。

【0022】しかし、組み立て性やリペア時の取り扱い等を優先する場合には、例えばコンデンサ103の下面と冷却プレート1aの間に例えば熱伝導率シート等の熱伝導部材を挿入し、コンデンサの上部に力を加えて密着させる等の方法でもよい。コンデンサの取り付け面の直下は、流路形成プレート4の凹凸部との組み合わせにより冷却流路3bが形成される。

【0023】本実施例においては、冷却流路3bの内部には冷却フィンが設けられていないが、これはコンデンサ103の発熱量及び発熱密度が、電力変換用半導体素子群101のそれを比較して小さいためである。しかしながら、コンデンサをさらに小型化して実装する場合には発熱密度が増加するため、この場合には電力変換用半導体素子の場合と同様な冷却フィンを設けてもよい。

【0024】次に、電力変換装置内における冷却液のフローパターンについて説明する。電力変換装置に流入する冷却液は、冷却液パイプ13aを介してヘッド12aに流入し、ここから流路3aと3bに並列に分配される。流路3a、3bに流入した冷却液はヘッド12bで再び合流して冷却液パイプ13bを介して装置から流出する。

【0025】このように、2つの発熱性の電気部品群に

対して並列な冷却流路を形成したのは、コンデンサの発熱量および発熱密度は電力変換用半導体素子群のそれと比較して小さいため、半導体素子群の冷却に必要とされている流量・流速に対し、コンデンサの冷却に必要とされる流量・流速が十分小さいためである。なお、仮に直列に流路を配置した場合には、全体の流路長さが大きくなる上にコンデンサ直下の流路断面積が小さいことから流速が増大するため圧力損失が非常に大きくなるという問題がある。

10 【0026】このように複数の流路を並列に形成する場合に重要なのは2つの流路へ流れる流量バランスを、各電子部品が所定の冷却能力を満足するように調整することである。本実施例においては、流路形成プレート4の突起部4aの巾および長さを調整することで前述の流量調整を容易に可能としている。

20 【0027】次に電力変換装置の材料構成について説明する。まず冷却プレート1aは、最も高い冷却能力を必要とするため、熱伝導率の高い銅、アルミニウム、あるいは、これらの材料とSiCとのコンポジット材料などが好ましい。これに対し流路形成プレート4は、電気部品の冷却には寄与しない構造となっている。そのため、アルミニウムやさらに密度の小さい樹脂系の材料を用いて軽量化することが好ましい。

30 【0028】また、筐体カバーについては、電力変換装置から発生する電磁ノイズを筐体外に放射するのを避けることと、マイコン制御回路108からの発熱を冷却プレート1bを介して冷却液へ吸熱させるが、この冷却能力を促進することと、装置軽量化の3つの観点から、アルミニウム等、金属の中でも比較的で軽い材料で構成することが望ましい。ガスケット6は、電磁ノイズを筐体外に放射するのを避けるという観点から、所謂メタルガスケットを用いることで、筐体カバー5と冷却プレート1a、1bおよび流路形成プレートが電氣的に導通していることが好ましい。

40 【0029】以上、本発明の電力変換装置の冷却構造の第一実施形態によれば、主たる発熱部品である電力変換用半導体素子群の冷却能力を向上させると同時に、コンデンサやマイコン制御回路といった他の発熱性の電気部品の冷却も向上させることができる。また、冷却流路の構成部材を冷却に寄与する部材としない部材に分けて構成することで、装置の軽量化が可能となる。さらに装置全体をメタルガスケットを介して電氣的に導通させる構造により、電磁ノイズが筐体外に放射されることを防ぐことができる。

【0030】次に図5を用いて本発明の電力変換装置の第二実施形態を説明する。図5は電力変換装置の冷却液配管を含んだ縦断面図である。本実施例が第一実施例と異なるのは、第一実施例が冷却液をヘッド12を介して冷却流路3a、3bに分配しているのに対し、冷却液パイプ13の側部に、分配パイプ14を設けてホース15

を介して、コンデンサ直下に形成される冷却流路3bに冷却液を供給している点である。このような構成とすることにより、ヘッドスペースをより小さく構成することが可能となり、装置全体の一層の小型化に寄与することが出来る。

【0031】次に図6を用いて本発明の電力変換装置の第三実施形態を説明する。図6は電力変換装置の縦断面図である。本実施例が第一実施例と異なるのは、冷却プレート1aの一部が電力変換用半導体素子群の実装面に対し垂直に形成され、その垂直面上にコンデンサ103

を配置した点である。
【0032】この場合、コンデンサの電極端子を電力変換用半導体素子群に近づけることができるため、(図示していない)ブスバーの配線長が短くなることから、回路インダクタンスを低減し、電力変換装置の制御能力を向上することができる。また、ブスバーの構成材料は、一般に銅が用いられることが多く、軽量化という利点もある。

【0033】次に図7を用いて本発明の電力変換装置の第四実施形態を説明する。図7は電力変換装置の縦断面図である。本実施例は第三実施例と同様な効果を目的として、電力変換用半導体素子群の実装面の近傍に、直接コンデンサの電極端子16を配置し、(図示していない)配線を接続した。この場合のコンデンサ103から発生した熱は電極端子16を介して冷却プレート1a上に移動し、冷却フィン2を介して冷却液に吸熱される。

【0034】次に図8を用いて本発明の電力変換装置の第五実施形態を説明する。図8は電力変換装置の縦断面図である。本実施例が第一実施例と異なるのは、マイコン制御回路108も冷却プレート1a上に実装した点である。この場合、第一実施例の中で用いていた冷却プレート1bを省略することができるため、部品点数と重量の低減に効果がある。

【0035】

【発明の効果】本発明の電力変換装置によれば、主たる発熱部品である電力変換用半導体素子群の冷却能力を向上させると同時に、コンデンサやマイコン制御回路といった他の発熱性の電気部品の冷却も向上させることができる。また、冷却流路の構成部材を冷却に寄与する部材としない部材に分けて構成することで、装置の軽量化が可能となる。さらに装置全体をメタルガスを介して電氣的に導通させる構造により、電磁ノイズが筐体外

に放射されることを防ぐことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第一実施形態における電力変換装置の縦断面図。

【図2】図1におけるA-A断面図。

【図3】図1におけるB-B断面図。

【図4】図3におけるC-C断面図。

【図5】本発明の第二実施形態における電力変換装置の冷却液配管を含んだ縦断面図。

【図6】本発明の第三実施形態における電力変換装置の縦断面図。

【図7】本発明の第四実施形態における電力変換装置の縦断面図。

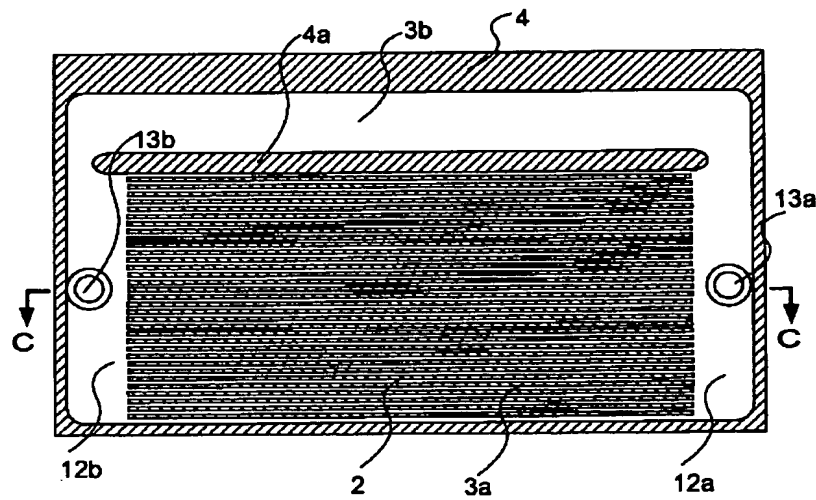
【図8】本発明の第五実施形態における電力変換装置の縦断面図。

【図9】本発明の電力変換装置の回路図。

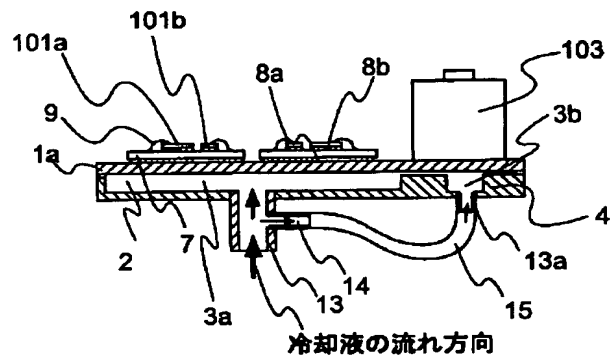
【符号の説明】

- 1 冷却プレート
- 2 冷却フィン
- 3 冷却流路
- 4 流路構成プレート
- 5 筐体カバー
- 6 ガスケット
- 7 絶縁基板
- 8 半田
- 9 ワイヤ
- 10 ブスバー
- 11 配線パターン
- 12 ヘッド
- 13 冷却液パイプ
- 14 冷却液分配パイプ
- 15 ホース
- 16 電極端子
- 101a 電力変換用半導体素子
- 101b 逆並列ダイオード
- 102 バッテリー
- 103 コンデンサ
- 104 電流センサ
- 105 電動機
- 106 エンコーダ
- 107 ゲート回路
- 108 マイコン制御回路

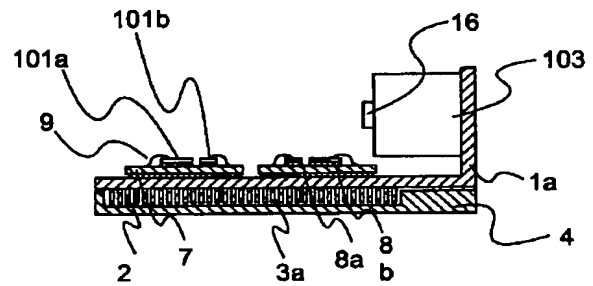
【図3】



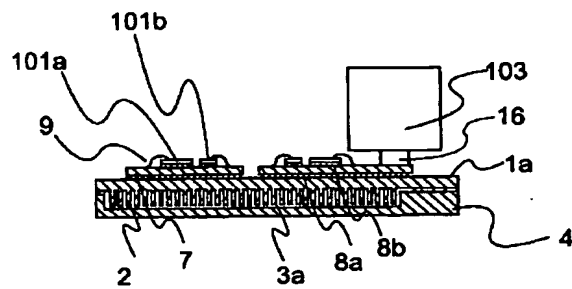
【図5】



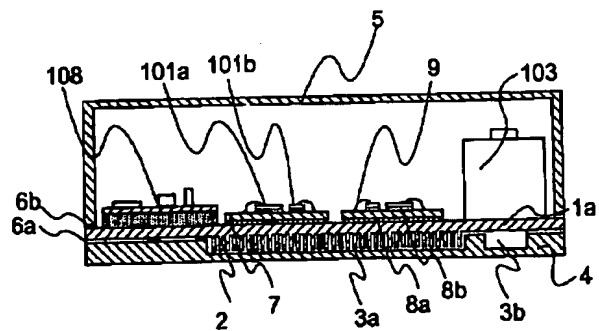
【図6】



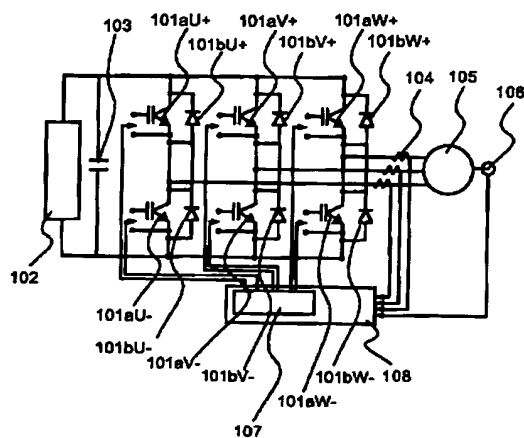
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 桑原 平吉
茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内
(72)発明者 保川 彰夫
茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(72)発明者 山村 博久
茨城県ひたちなか市大字高場2520番地 株式会社日立製作所自動車機器事業部内
Fターム(参考) 5H007 BB06 HA03 HA05
5H740 BA01 BA11 BB10 PP06